

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-280071

(43)Date of publication of application : 07.10.2004

(51)Int.Cl.

G02F 1/1333  
G02F 1/13363

(21)Application number : 2004-020119

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 28.01.2004

(72)Inventor : SAIDA SHINSUKE  
WATANABE NORIKO

(30)Priority

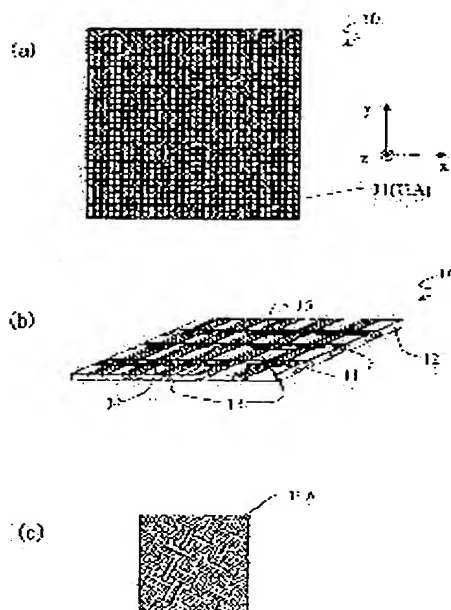
Priority number : 2003047426 Priority date : 25.02.2003 Priority country : JP

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the display grade of a liquid crystal display device equipped with a fiber packed system plastic substrate.

SOLUTION: The liquid crystal display device is equipped with a first substrate 31 arranged on the observer side of a liquid crystal layer 33, a second substrate 32 arranged to face the first substrate through the liquid crystal layer and a first polarizing plate 34 arranged on the observer side of the first substrate. The first substrate 31 has the first plastic substrate including a plurality of the fibers arrayed in a first direction, the transmission axis of the first polarizing plate is arranged to be approximately parallel to the first direction or to be intersected approximately orthogonally therewith.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.01.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is the liquid crystal display equipped with a liquid crystal layer, the 1st substrate arranged at the observer side of said liquid crystal layer, the 2nd substrate arranged so that said 1st substrate may be countered through said liquid crystal layer, and the 1st polarizing plate arranged at the observer side of the 1st substrate,

It is the liquid crystal display arranged so that said 1st substrate may have the 1st plastic plate containing two or more fiber arranged in the 1st direction and the transparency shaft of said 1st polarizing plate may become said 1st direction and abbreviation parallel, or so that an abbreviation rectangular cross may be carried out.

[Claim 2]

Said 1st plastic plate is a liquid crystal display according to claim 1 which contains further two or more fiber arranged in the 2nd direction which crosses in said 1st direction.

[Claim 3]

Said 1st direction and said 2nd direction are a liquid crystal display according to claim 2 which carries out an abbreviation rectangular cross mutually.

[Claim 4]

Said 1st plastic plate is a liquid crystal display given in either of claims 1-3 which has a retardation in a field, and is arranged so that the direction where a refractive index serves as max may cross in said substrate side at the transparency shaft of said 1st polarizing plate, and the include angle of less than 45 degrees.

[Claim 5]

Said 1st plastic plate is a liquid crystal display given in either of claims 1-3 which does not have a retardation within a field.

[Claim 6]

Said 1st substrate has the 1st orientation film by which rubbing processing was carried out on the front face by the side of said liquid crystal layer,

The direction of rubbing of said 1st orientation film is a liquid crystal display given in either of claims 1-5 which is set up so that it may become said 1st direction and abbreviation parallel, or so that an abbreviation rectangular cross may be carried out.

[Claim 7]

Said liquid crystal layer is a TN liquid crystal layer,

Said liquid crystal layer of said 2nd substrate, and the 2nd polarizing plate arranged in the opposite side,

It has at least one phase contrast plate arranged between said 1st substrate and said liquid crystal layers and/or between said 2nd substrate and said liquid crystal layers,

Said 1st polarizing plate and said 2nd polarizing plate are arranged so that those transparency shafts may become an abbreviation rectangular cross or abbreviation parallel mutually,

if the principal indices of refraction in the a-axis, b-axis, and c-axis which are three main shafts [ three ] of the index ellipsoid of said at least one phase contrast plate which intersect perpendicularly mutually are set to  $n_a$ ,  $n_b$ , and  $n_c$  -- the relation of  $n_a = n_b > n_c$  -- having -- an a-

THIS PAGE BLANK (USPTO)

axis -- said -- at least -- the inside of the field of a phase contrast plate -- it is -- said c-axis -- the inside of b-c plane -- setting -- a normal to [ of said phase contrast plate ] the tilt angle theta -- inclining -- \*\*\*\*

The c-axis of said at least one phase contrast plate is a liquid crystal display given in either of claims 1-6 which is arranged so that it may become the absorption shaft of a polarizing plate and abbreviation parallel which are arranged at the same side to said liquid crystal layer of said 1st polarizing plate and the 2nd polarizing plate.

---

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

\* NOTICES \*

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

Especially this invention relates to the liquid crystal display equipped with the fiber restoration system plastic plate about a liquid crystal display.

[Background of the Invention]

[0002]

In recent years, use of a liquid crystal display has spread. The further lightweight-izing of a liquid crystal display, thin-shape-izing, shock-proof improvement, etc. are strongly desired as the use to a Personal Digital Assistant device from a thin shape and the description that power consumption is low spreads lightweight especially.

[0003]

Then, the cure of using a plastic plate instead of the glass substrate used conventionally is proposed. However, in order to apply the plastic plate which sheet-ized the resin ingredient to the substrate of a liquid crystal display, various technical problems occur.

[0004]

One of the biggest technical problems is that the coefficient of linear expansion of a plastic plate is large. As for the coefficient of linear expansion of glass, the coefficient of linear expansion of plastics also has a dozens of ppm [ /degree C ] small thing to generally being about several ppm/degree C. If coefficient of linear expansion is large, since fluctuation of the dimension by temperature will become large, production of a driver element like TFT requires [ highly precise patterning ] for example, is difficult. Moreover, even if it uses a plastic plate for an opposite substrate using the conventional glass substrate as a substrate (it may only be called a "TFT substrate") with which TFT is formed, the alignment of the color filter (and/or, black matrix) formed in the opposite substrate and the pixel electrode of a TFT substrate becomes difficult.

[0005]

In order to make small coefficient of linear expansion of a plastic plate and to raise dimensional stability, the approach of constituting a plastic plate using the ingredient (composite material) which mixed the filler (filler) in a resin matrix is also proposed. In this specification, the substrate formed from composite material is made "a compound substrate (composite substrate)." For example, the reflective mold conductivity substrate which equips the patent reference 1 with the compound substrate formed by infiltrating resin into glass tissue and hardening is indicated.

[0006]

Moreover, the patent reference 2 is indicating the plastic plate equipped with the compound substrate arranged so that fiber may not contact a line or band-like mutually in fiber into resin. If the compound substrate which was filled up with the fiber cloth (textile fabrics) currently indicated by the patent reference 1 according to the patent reference 2 is used, the minute irregularity resulting from the texture and the lap eye of fiber of a fiber cloth will arise on a substrate front face, and the compound substrate of a flat front face will be obtained by considering as the above-mentioned configuration to becoming the cause of a fall of display grace.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Patent reference 1] JP,11-2812,A

[Patent reference 2] JP,2001-133761,A

[Patent reference 3] JP,59-33428,A

[Patent reference 4] JP,60-78420,A

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0007]

As a result of versatility's examining the optical property of the compound substrate with which it filled up with fiber into the resin matrix, when this invention person constituted the liquid crystal display using the conventional compound substrate, it turned out that optical leakage occurs. Moreover, it turned out that this optical leakage originates in the refractive-index anisotropy which a compound substrate has, and it is dependent on arrangement with the transparency shaft (polarization shaft) of a polarizing plate.

[0008]

Namely, even if it prevents generating of the irregularity resulting from the texture and the lap eye of fiber as indicated by the patent reference 2 Deterioration of the display grace in which the refractive-index anisotropy of a compound substrate originates may take place. The above-mentioned patent reference 2 Although distribution of a refractive index is mentioned, a refractive-index anisotropy (phase contrast or retardation) and its distribution are not mentioned, but a fiber restoration system compound substrate is considered to have not recognized having the refractive-index anisotropy.

[0009]

On the other hand, desirable arrangement of the optical axis (optical anisotropic axis) of the plastic plate which consists only of a resin ingredient is indicated by the patent reference 3 and 4, for example.

[0010]

When the crystalline plastic plate (film) of biaxial stretching is used for the patent reference 3, it is indicated by by making the optical anisotropic axis of a plastic plate, and the transparency shaft (polarization shaft) of a polarizing plate intersect perpendicularly that generating of the irregular color resulting from the birefringence of a plastic plate can be controlled.

[0011]

Moreover, according to the magnitude of the retardation of a plastic plate, it is indicated by the patent reference 4 by setting the angle of an optical axis and the direction of rubbing to make as a value smaller than 45 degrees that display grace can be improved. In addition, it is indicated that the relation between the above-mentioned optical axis and the direction of rubbing of the patent reference 4 may be random when the retardation of a plastic plate is 15nm or less.

[0012]

It turned out that the above-mentioned optical leakage cannot fully be controlled and display grace (especially transverse-plane contrast ratio) cannot be improved even if it arranges the optical axis of a plastic plate as indicated by the above-mentioned patent reference 3 and 4 when this invention person examines the optical anisotropy of a compound substrate in a detail.

[0013]

This invention is made in view of these many points, and the main purpose is in improving the display grace of a liquid crystal display equipped with a fiber restoration system plastic plate.

[Means for Solving the Problem]

[0014]

The 1st substrate with which the liquid crystal display of this invention has been arranged at the observer side of a liquid crystal layer and said liquid crystal layer, The 2nd substrate arranged so that said 1st substrate may be countered through said liquid crystal layer, It is the liquid crystal display equipped with the 1st polarizing plate arranged at the observer side of the 1st substrate. It is characterized by being arranged so that said 1st substrate may have the 1st plastic plate containing two or more fiber arranged in the 1st direction and the transparency shaft of said 1st polarizing plate may become said 1st direction and abbreviation parallel, or so that an abbreviation rectangular cross may be carried out.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0015]

In a certain operation gestalt, said 1st plastic plate contains further two or more fiber arranged in the 2nd direction which crosses in said 1st direction.

[0016]

As for said 1st direction and said 2nd direction, in a certain operation gestalt, it is desirable to carry out an abbreviation rectangular cross mutually.

[0017]

In a certain operation gestalt, said 1st plastic plate has a retardation in a field, and it is arranged so that the direction where a refractive index serves as max may cross in said substrate side at the transparency shaft of said 1st polarizing plate, and the include angle of less than 45 degrees.

[0018]

In a certain operation gestalt, said 1st plastic plate does not have a retardation within a field.

[0019]

In a certain operation gestalt, it is set up so that said 1st substrate may have the 1st orientation film by which rubbing processing was carried out on the front face by the side of said liquid crystal layer and the direction of rubbing of said 1st orientation film may become said 1st direction and abbreviation parallel, or so that an abbreviation rectangular cross may be carried out.

[0020]

The 2nd polarizing plate which said liquid crystal layer is a TN liquid crystal layer in a certain operation gestalt, and has been arranged in said liquid crystal layer and opposite side of said 2nd substrate. It has at least one phase contrast plate arranged between said 1st substrate and said liquid crystal layers and/or between said 2nd substrate and said liquid crystal layers. Said 1st polarizing plate and said 2nd polarizing plate It is arranged so that those transparency shafts may become an abbreviation rectangular cross or abbreviation parallel mutually. If the principal indices of refraction in the a-axis, b-axis, and c-axis which are three main shafts [ three ] of the index ellipsoid of said at least one phase contrast plate which intersect perpendicularly mutually are set to  $n_a$ ,  $n_b$ , and  $n_c$  It is in the field of a phase contrast plate at least. the relation of  $n_a = n_b > n_c$  -- having -- an a-axis -- said -- As for said c-axis, only the tilt angle  $\theta$  inclines [ of said phase contrast plate ] from the normal in b-c plane. The c-axis of said at least one phase contrast plate It is arranged so that it may become the absorption shaft (the transparency shaft and rectangular cross) of a polarizing plate and abbreviation parallel which are arranged at the same side to said liquid crystal layer of said 1st polarizing plate and the 2nd polarizing plate.

[0021]

The liquid crystal display of this invention may be a transparency mold liquid crystal display, may be a reflective mold liquid crystal display, and may be a mold both for transparency reflective (transflective type) further. When applying this invention to a transparency mold and the mold liquid crystal display both for transparency reflective, the same plastic plate can be substantially used with the 1st plastic plate as the 2nd substrate.

[Effect of the Invention]

[0022]

Since generating of the optical leakage resulting from the minute field refractive-index anisotropy by fiber (fiber bundle) can be controlled according to this invention, the display grace, especially the transverse-plane contrast ratio of a liquid crystal display equipped with a fiber restoration system plastic plate are improvable.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0023]

This invention is made based on the following knowledge acquired as a result of this invention person's examining the refractive-index anisotropy of the compound substrate of a fiber restoration system in a detail.

[0024]

First, the refractive-index anisotropy which a fiber restoration system compound substrate has is explained to a detail. Here, the compound substrate arranged so that the abbreviation

THIS PAGE BLANK (USPTO)

rectangular cross of the fiber bundle may be carried out mutually is explained to an example. By arranging fiber in this way as a fiber restoration system compound substrate in the two directions which carry out an abbreviation rectangular cross mutually (the direction which the major axis of fiber turns to being called "array direction"), since physical properties (for example, a mechanical characteristic and a heat characteristic) including coefficient of linear expansion can be made isotropic, it is desirable. Moreover, as for two or more fiber arranged in the two crossing directions which carry out an abbreviation rectangular cross mutually, it is desirable that they are textile fabrics. When textile fabrics are used, the effectiveness of improving mechanical strength is higher than a nonwoven fabric. Here, the example which uses the textile fabrics of plain weave is explained. Since the level difference formed when fiber laps mutually is small, since the textile fabrics of plain weave can make small dispersion in the thickness of a compound substrate (or surface irregularity), they are desirable compared with satin, twill, etc.

[0025]  
The plastic plate 10 shown in drawing 1 (a) and (b) consists of compound substrates 10 which have a fiber bundle 11 and the resin matrix 12. In addition, a protective coat (rebound ace court) can be prepared in the principal plane of the compound substrate 10 if needed. Here, the plastic plate which does not have a protective coat is illustrated and a compound substrate will also be shown by the same reference mark 10 as a plastic plate.

[0026]  
The fiber bundle 11 is arranged along two directions (here the direction of a x axis and the direction of the y-axis) which intersect perpendicularly mutually within a substrate side, and the compound substrate 10 constitutes the textile fabrics of plain weave as typically shown in drawing 1 (c). Each fiber which constitutes a fiber bundle 11 is the same, and each consistency is also mutually equal. For example, the width of face of a fiber bundle 11 is about 200 micrometers, and the pitch between fiber bundles 11 is about 500 micrometers also in any of x directions and the direction of y. The diameter of the fiber which constitutes a fiber bundle 11 is about 10 micrometers.

[0027]  
If a refractive-index anisotropy is measured about a general approach, i.e., the field of for example, 10mm\*\*, in the substrate side of the compound substrate 10, the direction where a refractive index becomes the largest exists the refractive-index anisotropy of this compound substrate 10 between a x axis and the y-axis (however, it has shifted from the direction (a x axis and the y-axis, and direction that makes 45 degrees) which divides both shafts into two equally). This is considered because both directions cannot be completely made into equivalence, even if the direction of a x axis and the direction of the y-axis arrange a fiber bundle 11 in the same pitch as both directions and form textile fabrics as a fiber bundle 11 using the same fiber bundle 11.

[0028]  
Like the conventional glass substrate, the permeability to the light is high (it may only be hereafter called "transparence"), and not to have a birefringence is desired by the compound substrate 10 used as a transparence substrate of a liquid crystal display. Therefore, as an ingredient of the fiber bundle 11 which constitutes the compound substrate 10, and the resin matrix 12, it is transparent to the light and it is desirable respectively that a mutual refractive index uses the ingredient which spreads abbreviation etc. and does not have a birefringence. However, even if, as an ingredient of a fiber bundle 11 and the resin matrix 12, it is transparent and a refractive index is equal, and even if it uses the ingredient which does not have a birefringence, the final compound substrate 10 has a birefringence (refractive-index anisotropy) by the heat history of the production process of the compound substrate 10 etc. Since coefficient of linear expansion is smaller than the resin matrix 12, thermal stress occurs between a fiber bundle 11 and the resin matrix 12 by the temperature hysteresis in a production process etc., and this is considered for a refractive-index anisotropy to arise according to a photoelastic effect for a fiber bundle 11.

[0029]  
The following results will be obtained if the refractive-index anisotropy of the compound

THIS PAGE BLANK (USPTO)

substrate 10 is measured for every minute field. In addition, the refractive index which changes with fields of the compound substrate 10 measured here will be distinguished from a "minute field refractive index", and a call and the refractive index (it may be called "a macroscopic refractive index" or an "average refractive index") by the above-mentioned general measuring method. Moreover, the refractive-index anisotropy (rate of a birefringence) and retardation which are specified with a minute field refractive index will be called "a minute field refractive-index anisotropy (minute field birefringence)" and a "minute field retardation", respectively.

[0030]

First, in the compound substrate 10, as shown in drawing 2 (a), as for the field 13 where the fiber bundle 11 is arranged in the direction one direction of a x axis (or the direction of the y-axis), it has the minute refractive-index anisotropy with the larger refractive index  $n_x$  (or  $n_y$ ) of the array direction of a fiber bundle 11 than others. Moreover, as shown in drawing 2 (b), as for the field 14 where the fiber bundle 11 arranged in the direction which intersects perpendicularly mutually [ the direction of a x axis and the direction of the y-axis ] exists, it has a negative optically uniaxial minute field refractive-index anisotropy ( $n_x \neq n_y > n_z$ ). Furthermore, the field 15 where a fiber bundle 11 does not exist in the compound substrate 10 has the isotropic optical property ( $n_x = n_y = n_z$ ).

[0031]

A field 14 and a field 15 are those ( $n_x \neq n_y$ ) which does not have a refractive-index anisotropy in the substrate side of the compound substrate 10, and the refractive-index anisotropy within the substrate side acquired by the conventional method of determination of index of refraction mentioned above shows the average of the minute field refraction anisotropy in a field 13, and shows that the direction of a x axis and the direction of the y-axis are not equivalent.

[0032]

In addition, the macroscopic refractive index of the compound substrate 10 can be quantitatively measured using for example, the source of Xe lamp light (400 to 700 nm wavelength, measurement field 10mm\*\*), or a helium-Ne laser light source (wavelength of 632.8nm, measurement field 2mmphi) by the ellipsometer (for example, Jasco Corp. make a spectrum ellipsometer M-220). It is difficult to measure quantitatively the minute field refractive index of the compound substrate 10, and can check qualitatively having the above minute field refractive-index anisotropies by polarization microscope observation.

[0033]

If the compound substrate 10 which has such a unique optical anisotropy is used as a transparence substrate of a liquid crystal display, the following problems will arise.

[0034]

if the conventional design concept indicated by the above-mentioned patent reference 3 and 4 is followed, the arrangement relation between the transparency shaft of a polarizing plate or the direction of rubbing will be set up, and the transparency shaft and the direction of rubbing (the direction of a pre tilt of a liquid-crystal molecule) of a polarizing plate will be arranged on the basis of the optical axis of the compound substrate 10 so that a refractive index may become parallel to the biggest direction in the substrate side of the compound substrate 10 (or it intersects perpendicularly -- as). This is because its attention was conventionally paid to the macroscopic refractive-index anisotropy of a plastic plate 10.

[0035]

If it arranges so that the direction where the transparency shaft of one polarizing plate and the macroscopic refractive index of the compound substrate 10 serve as max may become parallel mutually (or it intersects perpendicularly like) in case the polarizing plate of a pair is arranged in the cross Nicol's prism condition on both sides of the compound substrate 10 in between. The optical leakage resulting from the minute refractive-index anisotropy (refer to drawing 2 (a)) of the field 13 where only the fiber bundle 11 arranged in the direction of a x axis or the direction of the y-axis exists is observed. This optical leakage reduces the grace of a black display of a liquid crystal display, and makes a contrast ratio (especially transverse-plane contrast ratio) fall.

[0036]

Furthermore, since a minute field refractive-index anisotropy exists even if an important thing is

THIS PAGE BLANK (USPTO)

the compound substrate 10 which does not have substantially a macroscopic refractive-index anisotropy within a substrate side (retardation) by equalizing substantially the minute field refractive-index anisotropy in the direction of a x axis, and the direction of the y-axis, the above-mentioned optical leakage occurs. That is, it does not become "the relation between the transparency shaft of a polarizing plate and the optical axis of the compound substrate 10 is arbitrary, and good, if the retardation within a field is 15nm or less" as indicated by the above-mentioned patent reference 4.

[0037]

The substrate of the substrates of the pair arranged so that a liquid crystal layer may be pinched arranged at least at an observer side the liquid crystal display of the operation gestalt by this invention It is set as arrangement so that the transparency shaft of the polarizing plate which has a plastic plate including the fiber bundle arranged in the 2 directions which carry out an abbreviation rectangular cross mutually, and is arranged at the observer side of this plastic plate may become one side of the two above-mentioned array directions, and abbreviation parallel, or so that an abbreviation rectangular cross may be carried out. What is necessary is just to arrange so that the transparency shaft of the polarizing plate arranged at least at the observer side of this plastic plate may become the 1st direction and abbreviation parallel, or so that an abbreviation rectangular cross may be carried out also when using the plastic plate only containing two or more fiber arranged in the one direction (it considers as "the 1st direction".) although the example including the fiber bundle here arranged in the 2 directions as for which a plastic plate carries out an abbreviation rectangular cross mutually was shown.

[0038]

Although it will be arranged so that the direction where a refractive index serves as max in a substrate side may cross at the transparency shaft of the above-mentioned polarizing plate, and the include angle of less than 45 degrees when, as for above-mentioned arrangement, a plastic plate has a retardation (macroscopic retardation) in a field If the transparency shaft of the polarizing plate arranged at least at an observer side is arranged so that an abbreviation rectangular cross may be carried out so that it may become the array direction of fiber, and abbreviation parallel or, the optical leakage resulting from the minute field refractive-index anisotropy of the field where only the fiber bundle 11 arranged in the one direction exists can be controlled and prevented. As this showed drawing 2 (a), even if the linearly polarized light which polarized in the direction parallel to the fiber array direction or the direction which intersects perpendicularly passes through the minute field which has the refractive-index anisotropy that the refractive index of the fiber array direction is the largest, it is because this linearly polarized light is not influenced of a refractive-index anisotropy.

[0039]

In addition, it is desirable to use the plastic plate which contains further two or more fiber arranged in the 2nd direction which crosses in the 1st direction for making the retardation within a field of a plastic plate small, or acquiring an isotropic mechanical characteristic etc., and as illustrated, it is still more desirable to use the plastic plate in which the 1st direction and the 2nd direction carry out an abbreviation rectangular cross. If the 1st direction and the 2nd direction adopt the configuration which carries out an abbreviation rectangular cross, since the transparency shaft of the polarizing plate arranged to the 1st direction at abbreviation parallel will carry out an abbreviation rectangular cross to the 2nd direction, it can control and prevent effectively the optical leakage resulting from the minute field refractive-index anisotropy of the field where only the fiber arranged in the one direction exists, for example.

[0040]

Of course, as for a plastic plate, what (for example, it is less than 5nm) it does not have a retardation within a field for substantially is desirable. This condition is attained by adjusting the size (the size of the fiber to constitute and a number being included) of the fiber bundle arranged in the two directions which cross mutually, the pitch between fiber bundles, etc. The retardation within a macro side can be set to less than 5nm and less than 1 morenm by using the textile fabrics which arranged the same fiber bundle in the same pitch substantially in the direction of each other which carries out a rectangular cross so that it may illustrate here.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0041]

Below, the configuration of the liquid crystal display of the operation gestalt by this invention is explained more at a detail.

[0042]

The configuration of the transparency mold liquid crystal display 30 of the operation gestalt by this invention is typically shown in drawing 3. Moreover, the arrangement relation of the optical axis in the transparency mold liquid crystal display 30 is typically shown in drawing 4.

[0043]

The transparency mold liquid crystal display 30 has the polarizing plates 34 and 35 arranged so that the liquid crystal layer 33 arranged between the substrates 31 and 32 of a pair and the substrates 31 and 32 of a pair and the substrates 31 and 32 of a pair may be pinched.

[0044]

The plastic plate which constitutes substrates 31 and 32 has the fiber bundle arranged in the two directions 36 which intersect perpendicularly mutually like the plastic plate 10 shown in drawing 1. For example, a substrate 31 is an opposite substrate with which the counterelectrode was formed in the principal plane by the side of the liquid crystal layer 33, and a substrate 32 is a active-matrix substrate with which circuit elements (all are un-illustrating), such as a transparence pixel electrode and TFT, were formed in the principal plane by the side of the liquid crystal layer 33.

[0045]

The absorption shaft 37 of a polarizing plate 34 and the absorption shaft 38 of a polarizing plate 35 are arranged so that it may intersect perpendicularly mutually (in cross Nicol's prism condition). Moreover, the absorption shafts 37 and 38 are arranged in the direction which sees from an observer and inclines in the direction of 45 degrees of slant. The fiber array direction 36 of the plastic plate which constitutes substrates 31 and 32 is arranged so that it may become parallel to the absorption shafts 37 and 38, or so that it may intersect perpendicularly. Since a transparency shaft and the absorption shaft of a polarizing plate cross at right angles, the transparency shaft of a polarizing plate 34 and a polarizing plate 35 will also be arranged so that it may become parallel to the fiber array direction 36, or so that it may intersect perpendicularly.

[0046]

The liquid crystal layer 33 is a TN liquid crystal layer, and the direction 39 of rubbing of the orientation film (un-illustrating) is arranged so that it may become the absorption shaft of a polarizing plate and parallel which were prepared in the same side to the liquid crystal layer 33. That is, the direction of rubbing of the orientation film established in the substrate 31 is parallel to the absorption shaft 37, and the direction of rubbing of the orientation film established in the substrate 32 is parallel to the absorption shaft 38. This liquid crystal display 30 is constituted so that a normally white mode display may be performed.

[0047]

In a liquid crystal display 30, generating of the optical leakage resulting from the refractive-index anisotropy of the above-mentioned minute field can be controlled, and a high-definition display can be realized. That is, since either of the absorption shafts 37 and 38 is arranged to the optical leakage which originates in a retardation parallel to the array direction of fiber, and is generated so that an abbreviation rectangular cross may be carried out so that it may become the array direction of the fiber bundle constituting the cause of generating of the retardation, and abbreviation parallel or, it is for absorbing the light which becomes with the cause of optical leakage with polarizing plates 34 or 35, and not contributing to a display. Therefore, the display grace of a black display is improved and, as for a liquid crystal display 30, a contrast ratio (especially transverse-plane contrast ratio) is improved.

[0048]

Thermoplastics, such as heat-curing resin, such as common transparence resin, epoxy system resin, phenol resin, phenol-epoxy system resin mixed stock, and bismaleimide-triazine resin mixed stock, and a polycarbonate, polyether sulphone, polyether imide, can be used for the transparence resin of the compound substrate which constitutes substrates 31 and 32.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0049]

Moreover, as transparence fiber, the organic fiber by resin, such as inorganic fibers, such as E glass, D glass, and S glass, and aromatic polyamide, etc. can be used. As mentioned above, as for transparence fiber, using as a fiber bundle is desirable, and using as textile fabrics is still more desirable.

[0050]

In order to improve the mechanical strength of a compound substrate and to raise the homogeneity of a mechanical characteristic and an optical property further, it is desirable to arrange fiber equally in a field, the thinner one of the diameter of fiber and the path of a fiber bundle is desirable, and its one where the pitch of a fiber bundle is also narrower is good. As each diameter of fiber, about 20 micrometers or less are desirable, and, specifically, it is still more desirable that it is about 10 micrometers or less. Moreover, it is desirable that it is 200 micrometers or less as width of face of a fiber bundle 11, and, as for the pitch of a fiber bundle, it is desirable that it is 500 micrometers or less.

[0051]

Moreover, although the weave of a fiber cloth has the most desirable plain weave as mentioned above, general weave, such as satin and twill, can also be used for it, and it can also use a nonwoven fabric.

[0052]

Since the higher one is desirable, in order that, as for the transparency of a compound substrate, it may control dispersion by the diffuse reflection and fiber in an interface of fiber and a resin matrix, as for the refractive index of fiber, and the refractive index of a resin matrix, it is desirable to choose so that it may be in agreement as much as possible. Generally, when the range of selection of the direction of the ingredient of a resin matrix reforms the above-mentioned resin in a resin frame widely by approaches, such as a substituent (for example, -izing can be carried out [ a high refractive index ] if a fluorine atom is introduced and the reduction in a refractive index and a bromine atom will be introduced), it is more desirable than the ingredient of fiber to adjust a refractive index.

[0053]

A compound substrate is manufactured by various well-known approaches using the above-mentioned fiber (a fiber bundle or textile fabrics) and the ingredient of a resin matrix. When using thermosetting resin, it can manufacture by compression forming, the rolling fabricating method, a casting method, a transfer-molding method, etc., and when using thermoplastics, it can fabricate using the compressing method, an injection-molding method, an extrusion method, etc.

[0054]

A protective coat (rebound ace court layer) may be formed in the front face of a compound substrate. A protective coat may be formed with an organic material and may be formed with an inorganic material. Typically, it is formed using the inorganic material (for example, silicon-dioxide film) excellent in thermal resistance, barrier property (engine performance which covers moisture, oxygen gas, etc.), and a mechanical strength. In addition, since a plastic plate is used suitable for the application which penetrates the light, what naturally has light permeability also as a protective coat is used. Moreover, in order to control the reflection in the interface of a compound substrate and a protective coat, it is desirable to use the ingredient whose resin matrix and refractive index of a compound substrate correspond in general.

[0055]

for example, the compound substrate (0.17mm in for example, thickness) which formed the fiber bundle (piece about 200 micrometers) which has about 50 E glass fiber with a diameter of 10 micrometers using the textile fabrics which carried out plain weave in about 500-micrometer pitch, using an epoxy resin as a resin matrix so that it might intersect perpendicularly mutually has a less than 1nm retardation within a field, and the retardation of about 20nm thickness direction, and is suitably used as a plastic plate of a liquid crystal display 30. the retardation within these fields -- the above-mentioned Jasco Corp. make -- a spectrum -- it is measured using an ellipsometer M-220.

[0056]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

It is 1000:1 or more, and the transverse-plane contrast ratio of the liquid crystal display 30 produced using this plastic plate improves greatly compared with the transverse-plane contrast ratio 300:1 in the case of having arranged the absorption shaft of a polarizing plate in the direction of 45 degree to the array direction (a x axis and y-axis) of a fiber bundle.

[0057]

The phase contrast plate indicated by the patent No. 2866540 by the applicant for this patent in order to improve the viewing-angle dependency of the liquid crystal display 30 in TN mode (it is desirable to use an "inclination mold phase contrast plate" hereafter.) Below, arrangement of the optical axis (main shaft of an index ellipsoid) of the inclination mold phase contrast plate 42 is explained, referring to drawing 5. In addition, the index ellipsoid in the following explanation, its main shaft, etc. are what [ approximation-/ a thing ] that is calculated from an actual measurement.

[0058]

First, Cartesian-coordinates x-y-z is defined as the inclination mold phase contrast plate 42. The z-axis is taken for a x-y side in the direction of a normal of the principal plane of the phase contrast plate 42 for the principal plane of the phase contrast plate 42, and parallel. It has the relation of  $n_a = n_b > n_c$ , when three main shafts of the phase contrast plate 42 which intersect perpendicularly mutually are made into an a-axis, a b-axis, and a c-axis and the refractive index (principal indices of refraction) in each main shaft is set to  $n_a$ ,  $n_b$ , and  $n_c$ . That is, the phase contrast plate 42 has the negative optically uniaxial refractive-index anisotropy. Furthermore, an a-axis is in a field parallel to the principal plane of the phase contrast plate 42, and presupposes that it is parallel to a x axis here. With the common phase contrast plate, although the b-axis is parallel to the y-axis and the c-axis is parallel to the z-axis, as typically shown in drawing 5, a b-axis inclines from the y-axis and the c-axis inclines from the z-axis in the phase contrast plate 42. All of the tilt angle of a b-axis and a c-axis are  $\theta$ , and the inclination direction is a clockwise rotation focusing on an a-axis. In addition, a counterclockwise rotation is sufficient as the example which showed the inclination direction to drawing 5 focusing on reverse, i.e., an a-axis.

[0059]

The inclination mold phase contrast plate 42 is arranged in the TN liquid crystal display 30 shown in drawing 3 between a substrate 31 and a polarizing plate 34 and/or between a substrate 32 and a polarizing plate 35. At this time, as for the inclination mold phase contrast plate 42, a c-axis (principal indices of refraction  $n_c$  of the direction of an anisotropy) is arranged so that the sloping direction 40 may turn into the direction 39 of rubbing and opposite direction of the orientation film of a substrate 31.

[0060]

Although the macroscopic retardation ( $n_x - n_y$ ) within a substrate side ( $-d$ ;  $d$  is the thickness of a substrate) is zero substantially, as for the plastic plates 31 and 32 which the liquid crystal display 30 of the operation gestalt by this invention has, it has the value which cannot disregard the macroscopic retardation ( $n_x - n_z$ ) ( $-d$ ;  $d$  is the thickness of a substrate) of the thickness. direction. For example, when a fiber restoration system compound substrate with a thickness of 0.17mm is used, the retardation  $R_{th}$  of the thickness direction is set to about 20nm to the retardation  $R_p$  (macroscopic retardation) within a field being less than 1nm.

[0061]

Therefore, when arranging the inclination mold phase contrast plate 42 to the liquid crystal display of this operation gestalt, in case the retardation of the inclination mold phase contrast plate 42 is set up, it is desirable to take into consideration the retardation of the thickness direction of a plastic plate.

[0062]

In addition, although the direction of rubbing of the orientation film of a pair is set up, respectively so that it may become the approaching absorption shaft of a polarizing plate and parallel since the liquid crystal layer 33 of the liquid crystal display 30 mentioned above is a TN liquid crystal layer, to one transparency shaft of the polarizing plate arranged at the cross Nicol's prism condition, at about 10 degrees, the direction of rubbing in the liquid crystal display in IPS

THIS PAGE BLANK (USPTO)

mode (typically anti-parallel) is grade-shifted, and is set up, for example. Also in this case, the thing with desirable arranging so that the transparency shaft of a polarizing plate may become the array direction of a fiber bundle and parallel, or so that it may intersect perpendicularly is the same as the case of the liquid crystal display 30 in above-mentioned TN mode. In addition, as for the two array directions of a fiber bundle, in the case of the liquid crystal display in IPS mode, it is desirable to be set up by the horizontal (width) and perpendicular (length) of the screen.

[0063]

Moreover, although the operation gestalt mentioned above showed the example which used the plastic plate for all of the substrate of the pair which illustrates a transparency mold liquid crystal display and counters mutually through a liquid crystal layer, it is not restricted to this but is good only also considering one substrate as a plastic plate. Moreover, in a reflective mold liquid crystal display, the above-mentioned plastic plate can be suitably used as a transparency substrate arranged at an observer side. What is necessary is just to arrange one side of the 2 fiber array directions which cross mutually [ a plastic plate ] at this time, so that it may become the absorption shaft of a polarizing plate and abbreviation parallel which are arranged at an observer side, or so that an abbreviation rectangular cross may be carried out. Moreover, in the case of a reflective mold liquid crystal display, although transparency is not required of the substrate of the side in which a reflecting layer is prepared, the above-mentioned plastic plate may be used. It is more advantageous to use the substrate which has the same mechanical characteristics (coefficient of linear expansion etc.) substantially as a substrate of a pair in respect of dependability etc.

[0064]

With the above-mentioned operation gestalt, although the liquid crystal display in TN mode was illustrated, the liquid crystal display in VA mode can be obtained by replacing with the liquid crystal layer 33 of the transparency mold liquid crystal display 30 shown in drawing 3 , and using the liquid crystal layer of a perpendicular orientation mold. The configuration of the liquid crystal display in VA mode may be the same as the configuration shown in drawing 3 except using a liquid crystal layer as a perpendicular orientation mold liquid crystal layer. Below, the configuration of the liquid crystal display in VA mode is explained, referring to drawing 3 R> 3.

[0065]

In the liquid crystal display 30 in VA mode, the absorption shaft 37 of a polarizing plate 34 and the absorption shaft 38 of a polarizing plate 35 are arranged so that it may intersect perpendicularly mutually (in cross Nicol's prism condition). Moreover, the absorption shafts 37 and 38 are arranged in the direction which sees from an observer and inclines in the direction of 45 degrees of slant. The fiber array direction 36 of the plastic plate which constitutes substrates 31 and 32 is arranged so that it may become parallel to the absorption shafts 37 and 38, or so that it may intersect perpendicularly.

[0066]

The liquid crystal layer 33 contains a pneumatic liquid crystal ingredient negative in a dielectric constant anisotropy. The perpendicular orientation film is prepared in the front face by the side of the liquid crystal layer 33 of substrates 31 and 32, and orientation of the liquid crystal molecule is carried out to the abbreviation perpendicular in the substrate side of substrates 31 and 32 at the time of no electrical-potential-difference impressing. If electric field are impressed to the liquid crystal layer 33, a liquid crystal molecule will fall in the direction which intersects perpendicularly with electric field. The falling include angle is decided according to field strength. Orientation control is carried out so that it may become 45 degrees to the absorption shafts 37 and 38 of polarizing plates 34 and 35, and as for the liquid crystal display 30 in this VA mode, the direction (the direction of [ within a substrate side ]) where a liquid crystal molecule falls performs a normally black mode display. In order to improve an angle-of-visibility property, what is done for orientation control so that it may fall in the four directions in which 90 degrees of liquid crystal molecules differ at a time in each pixel (it may be called orientation division) is desirable. Thus, MVA mode etc. is known as VA mode by which orientation control was carried out. Thus, also when orientation division is carried out, orientation control is carried out so that the direction where a liquid crystal molecule falls in each division field (sub pixel) may become 45

THIS PAGE BLANK (USPTO)

degrees to the absorption shafts 37 and 38 of polarizing plates 34 and 35.

[0067]

Also in the liquid crystal display 30 in VA mode in which it has an above-mentioned configuration, the optical leakage resulting from the minute field refractive-index anisotropy of the field where only the fiber bundle arranged in the one direction exists can be controlled and prevented. That is, since either of the absorption shafts 37 and 38 is arranged to the optical leakage which originates in a retardation parallel to the array direction of fiber, and is generated so that an abbreviation rectangular cross may be carried out so that it may become the array direction of the fiber bundle constituting the cause of generating of the retardation, and abbreviation parallel or, it is for absorbing the light which becomes with the cause of optical leakage with polarizing plates 34 or 35, and not contributing to a display. Therefore, the display grace of a black display is improved and, as for a liquid crystal display 30, a contrast ratio (especially transverse-plane contrast ratio) is improved. For example, it is 1000:1 or more, and the transverse-plane contrast ratio of the liquid crystal display 30 in VA mode produced using the above-mentioned plastic plate improves greatly compared with the transverse-plane contrast ratio 450:1 in the case of having arranged the absorption shaft of a polarizing plate in the direction of 45 degree to the array direction 36 of a fiber bundle.

[Availability on industry]

[0068]

According to this invention, the display grace of a liquid crystal display equipped with a fiber restoration system plastic plate is improvable. Therefore, the liquid crystal display of this invention is suitably used as a display of Personal Digital Assistant devices, such as a cellular phone and PDA.

[Brief Description of the Drawings]

[0069]

[Drawing 1] (a) And (b) is drawing showing typically the configuration of the plastic plate used suitable for the liquid crystal display of the operation gestalt of this invention, (a) is a top view and (b) is a perspective view. (c) is drawing showing typically the textile fabrics of plain weave used for a plastic plate.

[Drawing 2] (a) And (b) is a mimetic diagram for explaining the refractive-index anisotropy of a fiber restoration system compound substrate.

[Drawing 3] It is drawing showing typically the configuration of the liquid crystal display 30 of the operation gestalt by this invention.

[Drawing 4] It is drawing showing typically the arrangement relation of the optical axis in a liquid crystal display 30.

[Drawing 5] It is drawing showing typically the refractive-index anisotropy of the inclination mold phase contrast plate used suitable for the liquid crystal display of the operation gestalt by this invention.

[Description of Notations]

[0070]

10 Plastic Plate (Compound Substrate)

11 Fiber Bundle

11A Textile fabrics (plain weave)

12 Resin Matrix

13 Field Where Fiber Bundle 11 is Arranged in One Direction

14 Field Where Fiber Bundle Arranged in the Direction Which Intersects Perpendicularly Exists

15 Field Where Fiber Bundle 11 Does Not Exist

30 Transparency Mold Liquid Crystal Display

31 32 Substrate containing a plastic plate

33 Liquid Crystal Layer

34 35 Polarizing plate

36 The Array Direction of Fiber Bundle (it Intersects Perpendicularly Mutually)

37 Absorption Shaft of Polarizing Plate 34

38 Absorption Shaft of Polarizing Plate 35

THIS PAGE BLANK (USPTO)

39 The Direction of Rubbing

---

[Translation done.]

THIS PAGE IS BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-280071

(P2004-280071A)

(43) 公開日 平成16年10月7日(2004.10.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>G02F 1/1333  
G02F 1/13363

F I

G02F 1/1333 500  
G02F 1/13363

テーマコード(参考)

2H090  
2H091

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-20119 (P2004-20119)  
 (22) 出願日 平成16年1月28日(2004.1.28)  
 (31) 優先権主張番号 特願2003-47426 (P2003-47426)  
 (32) 優先日 平成15年2月25日(2003.2.25)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000005049  
 シャープ株式会社  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番22号  
 (74) 代理人 100101683  
 弁理士 奥田 誠司  
 (72) 発明者 齋田 信介  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番22号  
 シャープ株式会社内  
 (72) 発明者 渡辺 典子  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番22号  
 シャープ株式会社内  
 Fターム(参考) 2H090 JA01 JB03 JC06 JD15 JD18  
 LA06 LA09  
 2H091 FA08X FA08Y FA11X FA11Z FA14Y  
 FB02 FB06 FD06 GA01 GA06  
 HA07 LA02 LA11

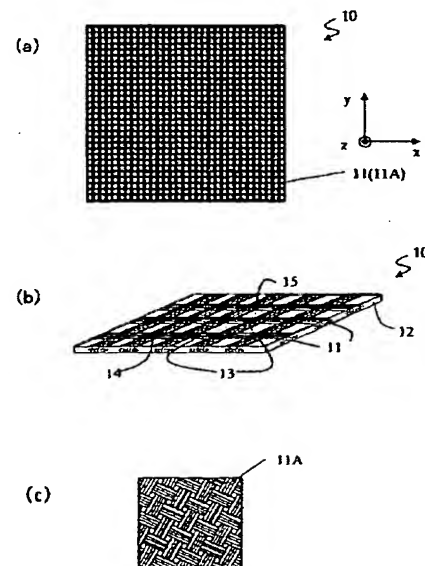
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 繊維充填系プラスチック基板を備える液晶表示装置の表示品位を改善する。

【解決手段】 液晶層33の観察者側に配置された第1基板31と、液晶層を介して第1基板に対向するように配置された第2基板32と、第1基板の観察者側に配置された第1偏光板34とを備えた液晶表示装置であって、第1基板31は、第1方向に配列された複数の繊維を含む第1プラスチック基板を有し、第1偏光板の透過軸は、第1方向と略平行になるようにまたは略直交するように配置されている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

液晶層と、前記液晶層の観察者側に配置された第 1 基板と、前記液晶層を介して前記第 1 基板に対向するように配置された第 2 基板と、第 1 基板の観察者側に配置された第 1 偏光板とを備えた液晶表示装置であって、

前記第 1 基板は第 1 方向に配列された複数の繊維を含む第 1 プラスチック基板を有し、前記第 1 偏光板の透過軸は、前記第 1 方向と略平行になるようにまたは略直交するように配置されている、液晶表示装置。

## 【請求項 2】

前記第 1 プラスチック基板は、前記第 1 方向に交差する第 2 方向に配列された複数の繊維をさらに含む、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 3】

前記第 1 方向と前記第 2 方向は、互いに略直交する、請求項 2 に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 4】

前記第 1 プラスチック基板は面内にリタデーションを有し、前記基板面内において屈折率が最大となる方向が前記第 1 偏光板の透過軸と  $45^\circ$  未満の角度で交差するように配置されている、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【請求項 5】

前記第 1 プラスチック基板は面内のリタデーションを有しない、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の液晶表示装置。

20

## 【請求項 6】

前記第 1 基板は、前記液晶層側の表面にラビング処理された第 1 配向膜を有し、

前記第 1 配向膜のラビング方向は、前記第 1 方向と略平行になるようにまたは略直交するように設定されている、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【請求項 7】

前記液晶層は TN 型液晶層であって、

前記第 2 基板の前記液晶層と反対側に配置された第 2 偏光板と、

前記第 1 基板と前記液晶層との間および／または前記第 2 基板と前記液晶層との間に配置された少なくとも 1 つの位相差板とを有し、

前記第 1 偏光板と前記第 2 偏光板は、それらの透過軸が互いに略直交または略平行になるように配置されており、

前記少なくとも 1 つの位相差板の屈折率楕円体の 3 つの互いに直交する 3 つの主軸である a 軸、b 軸および c 軸における主屈折率を  $n_a$ 、 $n_b$  および  $n_c$  とすると、 $n_a = n_b > n_c$  の関係を有し、a 軸は前記少なくとも 1 つの位相差板の面内にあり、前記 c 軸は b c 面内において前記位相差板の法線方向から傾斜角  $\theta$  だけ傾斜しており、

前記少なくとも 1 つの位相差板の c 軸は、前記第 1 偏光板および第 2 偏光板の内の前記液晶層に対して同じ側に配置されている偏光板の吸収軸と略平行になるように配置されている、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

40

## 【0001】

本発明は、液晶表示装置に関し、特に、繊維充填系プラスチック基板を備えた液晶表示装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、液晶表示装置の利用が広がっている。特に、薄型、軽量で、且つ、消費電力が低いという特徴から、携帯情報端末機器への利用が広がるにつれて、液晶表示装置の更なる軽量化、薄型化、耐衝撃性の向上などが強く望まれるようになってきている。

## 【0003】

そこで、従来使用されてきたガラス基板の代わりにプラスチック基板を用いるという対 50

策が提案されている。しかしながら、樹脂材料をシート化したプラスチック基板を液晶表示装置の基板に適用するためには、様々な課題がある。

【 0 0 0 4 】

最も大きな課題の1つは、プラスチック基板の線膨張率が大きいことである。ガラスの線膨張率は一般に数 ppm/℃程度であるのに対し、プラスチックの線膨張率は、小さいものでも数十 ppm/℃ある。線膨張率が大きいと、温度による寸法の変動が大きくなるため、高精度のパターニングを要求される。例えばTFTのような駆動素子の作製が困難である。また、TFTが形成される基板（単に「TFT基板」ということもある。）として従来のガラス基板を用い、対向基板にプラスチック基板を用いても、対向基板に形成されたカラーフィルタ（および/またはブラックマトリクス）と、TFT基板の画素電極との位置合わせが困難となる。

10

【 0 0 0 5 】

プラスチック基板の線膨張率を小さくし、寸法安定性を向上させるために、樹脂マトリクス中に充填材（フィラー）を混合した材料（複合材料）を用いてプラスチック基板を構成する方法も提案されている。本明細書において、複合材料から形成された基板を「複合基板（コンポジット基板）」ということにする。例えば、特許文献1には、ガラス繊維布に樹脂を含浸させて硬化することによって形成された複合基板を備える反射型導電性基板が開示されている。

【 0 0 0 6 】

また、特許文献2は、樹脂中に繊維を線状あるいは帯状に繊維同士が互いに接触しないように配置された複合基板を備えるプラスチック基板を開示している。特許文献2によると、特許文献1に開示されている繊維布（織布）を充填した複合基板を用いると繊維布の繊維の織目や重なり目に起因した微小な凹凸が基板表面に生じ、表示品位の低下の原因となってしまうのに対し、上記構成とすることによって平坦な表面の複合基板が得られる。

20

【特許文献1】特開平11-2812号公報

【特許文献2】特開2001-133761号公報

【特許文献3】特開昭59-33428号公報

【特許文献4】特開昭60-78420号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【 0 0 0 7 】

本発明者が、樹脂マトリクス中に繊維が充填された複合基板の光学特性を種々の検討した結果、従来の複合基板を用いて液晶表示装置を構成すると、光漏れが発生することがわかった。また、この光漏れは、複合基板が有する屈折率異方性に起因しており、偏光板の透過軸（偏光軸）との配置に依存することが分かった。

【 0 0 0 8 】

すなわち、特許文献2に記載されているように、繊維の織目や重なり目に起因した凹凸の発生を防止しても、複合基板の屈折率異方性の起因する表示品位の低下が起こることがあり、上記特許文献2は、屈折率の分布には言及しているものの、屈折率異方性（位相差またはリタデーション）およびその分布には言及しておらず、繊維充填系複合基板が屈折率異方性を有していることを認識していなかったと思われる。

40

【 0 0 0 9 】

一方、樹脂材料だけからなるプラスチック基板の光学軸（光学異方軸）の好ましい配置については、例えば、特許文献3や4に記載されている。

【 0 0 1 0 】

特許文献3には、二軸延伸の結晶性プラスチック基板（フィルム）を用いた場合、プラスチック基板の光学異方軸と偏光板の透過軸（偏光軸）とを直交させることによって、プラスチック基板の複屈折に起因する色むらの発生を抑制できる、と記載されている。

【 0 0 1 1 】

また、特許文献4には、プラスチック基板のリタデーションの大きさに応じて、光学軸

50

とラビング方向とのなす角を45度よりも小さい値に設定することによって、表示品位を向上できることが記載されている。なお、特許文献4は、プラスチック基板のリタデーションが15nm以下の場合には、上記光学軸とラビング方向との関係はランダムでよい、と記載されている。

【0012】

本発明者が、複合基板の光学異方性を詳細に検討したところ、上記特許文献3および4に記載されているようにプラスチック基板の光学軸を配置しても、上記光漏れを十分に抑制することができず、表示品位（特に、正面コントラスト比）を改善できないことがわかった。

【0013】

本発明はかかる諸点に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、繊維充填系プラスチック基板を備える液晶表示装置の表示品位を改善することにある。

【発明を解決するための手段】

【0014】

本発明の液晶表示装置は、液晶層と、前記液晶層の観察者側に配置された第1基板と、前記液晶層を介して前記第1基板に対向するように配置された第2基板と、第1基板の観察者側に配置された第1偏光板とを備えた液晶表示装置であって、前記第1基板は第1方向に配列された複数の繊維を含む第1プラスチック基板を有し、前記第1偏光板の透過軸は、前記第1方向と略平行になるようにまたは略直交するように配置されていることを特徴とする。

【0015】

ある実施形態において、前記第1プラスチック基板は、前記第1方向に交差する第2方向に配列された複数の繊維をさらに含む。

【0016】

ある実施形態において、前記第1方向と前記第2方向は、互いに略直交することが好ましい。

【0017】

ある実施形態において、前記第1プラスチック基板は面内にリタデーションを有し、前記基板面内において屈折率が最大となる方向が前記第1偏光板の透過軸と45°未満の角度で交差するように配置されている。

【0018】

ある実施形態において、前記第1プラスチック基板は面内のリタデーションを有しない。

【0019】

ある実施形態において、前記第1基板は、前記液晶層側の表面にラビング処理された第1配向膜を有し、前記第1配向膜のラビング方向は、前記第1方向と略平行になるようにまたは略直交するように設定されている。

【0020】

ある実施形態において、前記液晶層はTN型液晶層であって、前記第2基板の前記液晶層と反対側に配置された第2偏光板と、前記第1基板と前記液晶層との間および／または前記第2基板と前記液晶層との間に配置された少なくとも1つの位相差板とを有し、前記第1偏光板と前記第2偏光板は、それらの透過軸が互いに略直交または略平行になるように配置されており、前記少なくとも1つの位相差板の屈折率楕円体の3つの互いに直交する3つの主軸であるa軸、b軸およびc軸における主屈折率を $n_a$ 、 $n_b$ および $n_c$ とすると、 $n_a = n_b > n_c$ の関係を有し、a軸は前記少なくとも1つの位相差板の面内にあり、前記c軸はbc面内において前記位相差板の法線方向から傾斜角 $\theta$ だけ傾斜しており、前記少なくとも1つの位相差板のc軸は、前記第1偏光板および第2偏光板の内の前記液晶層に対して同じ側に配置されている偏光板の吸収軸（透過軸と直交）と略平行になるように配置されている。

【0021】

本発明の液晶表示装置は、透過型液晶表示装置であってもよいし、反射型液晶表示装置であってもよいし、さらに、透過反射両用型（半透過型）であってもよい。透過型および透過反射両用型液晶表示装置に本発明を適用する場合は、第2基板として、第1プラスチック基板と実質的に同じプラスチック基板を用いることができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によると、繊維（繊維束）による微小領域屈折率異方性に起因する光漏れの発生を抑制することができるので、繊維充填系プラスチック基板を備える液晶表示装置の表示品位、特に正面コントラスト比を改善することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

本発明は、本発明者が繊維充填系の複合基板の屈折率異方性を詳細に検討した結果得られた、下記の知見に基づいてなされたものである。

【0024】

まず、繊維充填系複合基板が有する屈折率異方性について詳細に説明する。ここでは、繊維束を互いに略直交するように配置した複合基板を例に説明する。繊維充填系複合基板として、このように繊維を互いに略直交する2つの方向に配列（繊維の長軸が向く方向を「配列方向」ということもある。）することによって、線膨張率を始めとする物性（例えば、機械特性や熱特性）を等方的にできるので好ましい。また、互いに略直交する交差する2つの方向に配列された複数の繊維は、織布であることが好ましい。織布を用いると不織布よりも機械強度を向上する効果が高い。ここでは平織の織布を用いる例を説明する。平織の織布は、繊維が互いに重なることによって形成される段差が小さいので、朱子織や綾織などに比べて、複合基板の厚さのばらつき（または表面の凹凸）を小さくできるので好ましい。

【0025】

図1（a）および（b）に示すプラスチック基板10は、繊維束11と樹脂マトリクス12とを有する複合基板10から構成されている。なお、必要に応じて、複合基板10の主面に保護膜（ハードコート）を設けることができる。ここでは、保護膜を有しないプラスチック基板を例示し、複合基板もプラスチック基板と同じ参照符号10で示すことにする。

【0026】

繊維束11は、基板面内の互いに直交する2つの方向（ここではx軸方向およびy軸方向）に沿って配列されており、複合基板10は、例えば、図1（c）に模式的に示すような、平織の織布を構成している。繊維束11を構成する繊維はいずれも同じで、それぞれの密度も互いに等しい。例えば、繊維束11の幅は約200 $\mu$ mで、繊維束11の間のピッチはx方向およびy方向のいずれにおいても約500 $\mu$ mである。繊維束11を構成する繊維の直径は約10 $\mu$ mである。

【0027】

この複合基板10の屈折率異方性を一般的な方法、すなわち、例えば10mm $\square$ の領域について屈折率異方性を測定すると、複合基板10の基板面内では、x軸とy軸との間（但し両軸を2等分する方向（x軸およびy軸と45°をなす方向）からはずれている）に屈折率が最も大きくなる方向が存在する。これは、繊維束11として、x軸方向、y軸方向ともに同じ繊維束11を用いて、両方向に同じピッチで繊維束11を配置して織布を形成しても、両方向を完全に等価にすることができないためと考えられる。

【0028】

液晶表示装置の透明基板として用いられる複合基板10は、従来のガラス基板と同様に、可視光に対する透過率が高く（以下、単に「透明」ということもある。）、且つ、複屈折を有しないことが望まれる。従って、複合基板10を構成する繊維束11および樹脂マトリクス12の材料として、それぞれ可視光に対して透明で、互いの屈折率が略等しく、且つ、複屈折を有しない材料を用いることが好ましい。しかしながら、たとえ、繊維束1

10

20

30

40

50

1 および樹脂マトリクス 12 の材料として、透明で、屈折率が等しく、且つ、複屈折を有しない材料を用いても、複合基板 10 の製造工程の熱履歴などによって、最終的な複合基板 10 が複屈折（屈折率異方性）を有する。これは、繊維束 11 は樹脂マトリクス 12 よりも線膨張率が小さいので、製造工程等における温度履歴によって繊維束 11 と樹脂マトリクス 12 との間に熱応力が発生し、光弾性効果によって屈折率異方性が生じるためと考えられる。

【0029】

微小な領域毎に複合基板 10 の屈折率異方性を測定すると、以下のような結果が得られる。なお、ここで測定した複合基板 10 の領域によって異なる屈折率を「微小領域屈折率」と呼び、上記の一般的な測定方法による屈折率（「マクロな屈折率」あるいは「平均屈折率」と呼ぶこともある。）と区別することにする。また、微小領域屈折率で規定される屈折率異方性（複屈折率）およびリタデーションをそれぞれ「微小領域屈折率異方性（微小領域複屈折）」および「微小領域リタデーション」と呼ぶことにする。

【0030】

まず、複合基板 10 において、x 軸方向（または y 軸方向の）一方向に繊維束 11 が配列されている領域 13 は、図 2（a）に示すように繊維束 11 の配列方向の屈折率  $n_x$ （または  $n_y$ ）が他よりも大きい微小屈折率異方性を有している。また、x 軸方向および y 軸方向の互いに直交する方向に配列された繊維束 11 が存在する領域 14 は、図 2（b）に示すように負の一軸性の微小領域屈折率異方性（ $n_x \neq n_y > n_z$ ）を有する。さらに、複合基板 10 において繊維束 11 が存在しない領域 15 は、等方的な光学特性（ $n_x = n_y = n_z$ ）を有している。

【0031】

領域 14 および領域 15 は、複合基板 10 の基板面内では屈折率異方性を有しない（ $n_x = n_y$ ）ので、上述した従来の屈折率測定法で得られた基板面内における屈折率異方性は、領域 13 における微小領域屈折率異方性の平均を示しており、x 軸方向と y 軸方向とが等価でないことを示している。

【0032】

なお、複合基板 10 のマクロな屈折率は、例えば、Xe ランプ光源（波長 400 - 700 nm、測定領域 10 mm □）や He-Ne レーザ光源（波長 632.8 nm、測定領域 2 mm φ）を用いて、エリプソメータ（例えば日本分光社製分光エリプソメータ M-220）で定量的に測定できる。複合基板 10 の微小領域屈折率を定量的に測定することが難しく、上述のような微小領域屈折率異方性を有することは偏光顕微鏡観察によって定性的に確認することができる。

【0033】

このような特異な光学異方性を有する複合基板 10 を液晶表示装置の透明基板として用いると次のような問題が生じる。

【0034】

上記特許文献 3 および 4 に記載されている従来の設計思想に従うと、複合基板 10 の光学軸を基準に、偏光板の透過軸やラビング方向との配置関係を設定することになり、偏光板の透過軸やラビング方向（液晶分子のプレチルト方向）は、複合基板 10 の基板面内において屈折率が最も大きな方向に対して平行になるように（または直交するように）配置される。これは、従来は、プラスチック基板 10 のマクロな屈折率異方性に着目していたためである。

【0035】

複合基板 10 を間に挟んで一対の偏光板をクロスニコル状態に配置する際に、一方の偏光板の透過軸と複合基板 10 のマクロな屈折率が最大となる方向とが互いに平行になるように（または直交するように）配置すると、x 軸方向または y 軸方向に配列された繊維束 11 だけが存在する領域 13 の微小な屈折率異方性（図 2（a）参照）に起因する光漏れが観察される。この光漏れは、液晶表示装置の黒表示の品位を低下させ、コントラスト比（特に、正面コントラスト比）を低下させることになる。

## 【0036】

さらに、重要なことは、x軸方向とy軸方向における微小領域屈折率異方性を実質的に平均化することによって、基板面内におけるマクロな屈折率異方性（リタデーション）が実質的に無い複合基板10であっても、微小領域屈折率異方性は存在するので、上記の光漏れが発生する。すなわち、上記特許文献4に記載されているように、「面内リタデーションが15nm以下であれば、偏光板の透過軸と複合基板10の光学軸との関係は任意でよい。」ということにはならない。

## 【0037】

本発明による実施形態の液晶表示装置は、液晶層を挟持するように配置される一対の基板の内の少なくとも観察者側に配置される基板が、互いに略直交する2つ方向に配列された繊維束を含むプラスチック基板を有し、このプラスチック基板の観察者側に配置される偏光板の透過軸が上記2つの配列方向の内の一方と略平行になるようにまたは略直交するように配置に設定されている。ここでは、プラスチック基板が互いに略直交する2つ方向に配列された繊維束を含む例を示したが、一方向（「第1方向」とする。）に配列された複数の繊維束を含むプラスチック基板を用いる場合にも、少なくともこのプラスチック基板の観察者側に配置される偏光板の透過軸が、第1方向と略平行になるようにまたは略直交するように配置すればよい。

## 【0038】

上述の配置は、プラスチック基板が面内にリタデーション（マクロなリタデーション）を有する場合は、基板面内において屈折率が最大となる方向は上記偏光板の透過軸と45°未満の角度で交差するように配置されることになるが、少なくとも観察者側に配置される偏光板の透過軸を、繊維の配列方向と略平行になるようにまたは略直交するように配置すれば、一方向に配列された繊維束11だけが存在する領域の微小領域屈折率異方性に起因する光漏れを抑制・防止することができる。これは、図2(a)に示したように繊維配列方向の屈折率が最も大きいという屈折率異方性を有する微小領域を、繊維配列方向に平行な方向または直交する方向に偏光した直線偏光が通過しても、この直線偏光は屈折率異方性の影響を受けないからである。

## 【0039】

なお、プラスチック基板の面内リタデーションを小さくする、または、等方的な機械特性を得る等のためには、第1方向に交差する第2方向に配列された複数の繊維をさらに含むプラスチック基板を用いることが好ましく、例示したように、第1方向と第2方向とが略直交するプラスチック基板を用いることがさらに好ましい。第1方向と第2方向とが略直交する構成を採用すると、例えば、第1方向に対して略平行に配置された偏光板の透過軸は、第2方向に対して略直交することになるので、一方向に配列された繊維だけが存在する領域の微小領域屈折率異方性に起因する光漏れを効果的に抑制・防止することができる。

## 【0040】

もちろん、プラスチック基板は面内のリタデーションを実質的に有しない（例えば5nm未満である）ことが好ましい。この条件は、互いに交差する2つの方向に配列された繊維束の太さ（構成する繊維の太さ、本数を含む）、繊維束間ピッチなどを調整することによって達成される。ここで例示するように、互い直交する方向に実質的に同じ繊維束を同じピッチで配列した織布を用いることによって、マクロ面内リタデーションを5nm未満、さらには1nm未満にすることができる。

## 【0041】

以下に、本発明による実施形態の液晶表示装置の構成をより詳細に説明する。

## 【0042】

図3に本発明による実施形態の透過型液晶表示装置30の構成を模式的に示す。また、図4に透過型液晶表示装置30における光学軸の配置関係を模式的に示す。

## 【0043】

透過型液晶表示装置30は、一対の基板31および32と、一対の基板31および32

の間に配置された液晶層 3 3 と、一対の基板 3 1 および 3 2 を挟持するように配置された偏光板 3 4 および 3 5 を有している。

【 0 0 4 4 】

基板 3 1 および 3 2 を構成するプラスチック基板は、図 1 に示したプラスチック基板 1 0 と同様に互いに直交する 2 つの方向 3 6 に配列された繊維束を有している。例えば、基板 3 1 は、その液晶層 3 3 側の主面に対向電極が形成された対向基板であり、基板 3 2 は、その液晶層 3 3 側の主面には透明画素電極や T F T などの回路要素（いずれも不図示）が形成されたアクティブマトリクス基板である。

【 0 0 4 5 】

偏光板 3 4 の吸収軸 3 7 と偏光板 3 5 の吸収軸 3 8 は、互いに直交するように（クロスニコル状態に）配置されている。また、吸収軸 3 7 および 3 8 は、観察者から見て斜め 4 5 ° 方向に傾斜する方向に配置されている。基板 3 1 および 3 2 を構成するプラスチック基板の繊維配列方向 3 6 は、吸収軸 3 7 および 3 8 と平行になるようにまたは直交するように配置されている。偏光板の吸収軸は透過軸に直交するので、偏光板 3 4 および偏光板 3 5 の透過軸も、繊維配列方向 3 6 と平行になるようにまたは直交するように配置されていることになる。

【 0 0 4 6 】

液晶層 3 3 は T N 型液晶層であり、配向膜（不図示）のラビング方向 3 9 は、液晶層 3 3 に対して同じ側に設けられた偏光板の吸収軸と平行になるように配置されている。すなわち、基板 3 1 に設けられた配向膜のラビング方向が吸収軸 3 7 と平行であり、基板 3 2 に設けられた配向膜のラビング方向が吸収軸 3 8 と平行である。この液晶表示装置 3 0 は、ノーマリホワイトモード表示を行うように構成されている。

【 0 0 4 7 】

液晶表示装置 3 0 においては、上記の微小領域の屈折率異方性に起因する光漏れの発生を抑制し、高品位の表示を実現することができる。すなわち、繊維の配列方向に平行なりタデーションに起因して発生する光漏れに対し、吸収軸 3 7 および 3 8 のいずれか一方はそのリタデーションの発生の原因となる繊維束の配列方向と略平行になるようにまたは略直交するように配置されているので、光漏れの原因となる光は偏光板 3 4 または 3 5 によって吸収され、表示に寄与することがないためである。従って、液晶表示装置 3 0 は、黒表示の表示品位が改善され、コントラスト比（特に正面コントラスト比）が改善される。

【 0 0 4 8 】

基板 3 1 および 3 2 を構成する複合基板の透明樹脂は、一般的な透明樹脂、エポキシ系樹脂、フェノール樹脂、フェノールーエポキシ系樹脂混合系、ビスマレイミドートリアジン樹脂混合系などの熱硬化樹脂や、ポリカーボネート、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルイミドなどの熱可塑性樹脂を使用することができる。

【 0 0 4 9 】

また、透明繊維としては、E ガラス、D ガラス、S ガラスなどの無機繊維および芳香族ポリアミド等の樹脂などによる有機繊維を使用することができる。透明繊維は、上述したように繊維束として用いることが好ましく、織布として用いることがさらに好ましい。

【 0 0 5 0 】

複合基板の機械的強度を向上するため、さらに機械特性および光学的特性の均一性を高めるために、繊維を面内に均等に配置することが好ましく、繊維径および繊維束の径は細い方が好ましく、繊維束のピッチも狭い方がよい。具体的には、個々の繊維径としては、約 2 0  $\mu\text{m}$  以下が好ましく、約 1 0  $\mu\text{m}$  以下であることがさらに好ましい。また、繊維束 1 1 の幅としては 2 0 0  $\mu\text{m}$  以下であることが好ましく、繊維束のピッチは 5 0 0  $\mu\text{m}$  以下であることが好ましい。

【 0 0 5 1 】

また、繊維布の織り方は、上述したように、平織が最も好ましいが、朱子織および綾織等の一般的な織り方を採用することもできるし、不織布を使用することもできる。

【 0 0 5 2 】

複合基板の透明性は高い方が好ましいので、繊維と樹脂マトリクスとの界面における拡散反射や繊維による散乱を抑制するために、繊維の屈折率と樹脂マトリクスの屈折率はできるだけ一致するように選択することが好ましい。一般に、繊維の材料よりも、樹脂マトリクスの材料の方が選択の範囲が広く、また、樹脂骨格に置換基（例えばフッ素原子を導入すると低屈折率化、臭素原子を導入すると高屈折率化できる）などの方法で上記の樹脂を改質することによって屈折率を調整することが好ましい。

## 【 0 0 5 3 】

複合基板は、上記の繊維（繊維束または織布）および樹脂マトリクスの材料を用いて、種々の公知の方法で製造される。熱硬化性樹脂を用いる場合には、圧縮成形法、圧延成形法、注型法やトランスファー成形法などで製造することができ、熱可塑性樹脂を用いる場合は、圧縮法、射出成形法、押出し法などを用いて成形することができる。

## 【 0 0 5 4 】

複合基板の表面に保護膜（ハードコート層）を形成しても良い。保護膜は、有機材料で形成されても良いし、無機材料で形成されてもよい。典型的には、耐熱性やバリア性（水分や酸素ガスなどを遮蔽する性能）および機械的強度に優れた無機材料（例えば二酸化ケイ素膜）を用いて形成される。なお、プラスチック基板は、可視光を透過する用途に好適に用いられるものであるので、保護膜としても当然に可視光透過性を有するものが用いられる。また、複合基板と保護膜との界面における反射を抑制するために、複合基板の樹脂マトリクスと屈折率が概ね一致する材料を用いることが好ましい。

## 【 0 0 5 5 】

例えば、直径  $10\ \mu\text{m}$  の E ガラス繊維を約 50 本有する繊維束（幅約  $200\ \mu\text{m}$ ）を互いに直交するように約  $500\ \mu\text{m}$  ピッチで平織した織布を用いて、樹脂マトリクスとしてエポキシ樹脂を用いて形成した複合基板（例えば厚さ  $0.17\ \text{mm}$ ）は、 $1\ \text{nm}$  未満の面内リタレーションと、約  $20\ \text{nm}$  の厚さ方向のリタレーションを有し、液晶表示装置 30 のプラスチック基板として好適に用いられる。これらの面内リタレーションは、上述の日本分光社製分光エリプソメータ M-220 を用いて測定される。

20

## 【 0 0 5 6 】

このプラスチック基板を用いて作製した液晶表示装置 30 の正面コントラスト比は例えば、 $1000:1$  以上であり、偏光板の吸収軸を繊維束の配列方向（x 軸および y 軸）に対して  $45^\circ$  方向に配置した場合の正面コントラスト比  $300:1$  に比べて大きく改善されている。

30

## 【 0 0 5 7 】

TN モードの液晶表示装置 30 の視角依存性を改善するために、例えば本願出願人による特許第 2866540 号に記載されている位相差板（以下、「傾斜型位相差板」）を用いることが好ましい。以下に、図 5 を参照しながら傾斜型位相差板 42 の光学軸（屈折率楕円体の主軸）の配置を説明する。なお、以下の説明における屈折率楕円体およびその主軸などは、実測値から求められる近似的なものである。

## 【 0 0 5 8 】

まず、傾斜型位相差板 42 に右手直交座標系  $x-y-z$  を定義する。 $x-y$  面を位相差板 42 の主面と平行にとり、 $z$  軸を位相差板 42 の主面の法線方向にとる。位相差板 42 の 3 つの互いに直交する主軸を a 軸、b 軸および c 軸とし、それぞれの主軸における屈折率（主屈折率）を  $n_a$ 、 $n_b$  および  $n_c$  とすると、 $n_a = n_b > n_c$  の関係を有する。すなわち、位相差板 42 は負の一軸性屈折率異方性を有している。さらに、a 軸は位相差板 42 の主面と平行な面内にあり、ここでは x 軸と平行とする。一般的な位相差板では b 軸は y 軸と平行であり、且つ、c 軸は z 軸と平行であるが、位相差板 42 においては、図 5 に模式的に示したように、b 軸は y 軸から傾斜し、c 軸は z 軸から傾斜している。b 軸および c 軸の傾斜角はいずれも  $\theta$  であり、傾斜方向は a 軸を中心に時計回りである。なお、傾斜方向は図 5 に示した例とは逆、すなわち、a 軸を中心に反時計回りでもよい。

40

## 【 0 0 5 9 】

傾斜型位相差板 42 は、図 3 に示した TN 型液晶表示装置 30 において、基板 31 と偏

50

光板 3 4 との間、および／または基板 3 2 と偏光板 3 5 との間に配置される。このとき、傾斜型位相差板 4 2 は、c 軸(異方性方向の主屈折率  $n_c$ )が傾斜した方向 4 0 は基板 3 1 の配向膜のラビング方向 3 9 と反対方向になる様に配置される。

【 0 0 6 0 】

本発明による実施形態の液晶表示装置 3 0 が有するプラスチック基板 3 1 および 3 2 は、基板面内のマクロなリタレーション ( $(n_x - n_y) \cdot d$ ;  $d$  は基板の厚さ) は実質的に零であるが、厚さ方向のマクロなリタレーション ( $(n_x - n_z) \cdot d$ ;  $d$  は基板の厚さ) は無視できない値を有する。例えば、厚さ 0.17 mm の繊維充填系複合基板を用いた場合、面内リタレーション  $R_p$  (マクロなリタレーション) は 1 nm 未満であるのに対して、厚さ方向のリタレーション  $R_{th}$  は例えば 20 nm 程度となる。

10

【 0 0 6 1 】

従って、本実施形態の液晶表示装置に傾斜型位相差板 4 2 を配置する場合、傾斜型位相差板 4 2 のリタレーションを設定する際には、プラスチック基板の厚さ方向のリタレーションを考慮することが好ましい。

【 0 0 6 2 】

なお、上述した液晶表示装置 3 0 の液晶層 3 3 は、TN 型液晶層であるので、一对の配向膜のラビング方向はそれぞれ近接する偏光板の吸収軸と平行になるように設定されているが、例えば、IPS モードの液晶表示装置におけるラビング方向 (典型的には反平行) は、クロスニコル状態に配置された偏光板の一方の透過軸に対して約  $10^\circ$  で程度ずらして設定される。この場合においても、偏光板の透過軸は、繊維束の配列方向と平行になるようにまたは直交するように配置することが好ましいのは、上述 TN モードの液晶表示装置 3 0 の場合と同じである。なお、IPS モードの液晶表示装置の場合には、繊維束の 2 つの配列方向は、表示面の水平 (横) および垂直 (縦) に設定されることが好ましい。

20

【 0 0 6 3 】

また、上述した実施形態では、透過型液晶表示装置を例示し、液晶層を介して互いに対向する一对の基板のいずれにもプラスチック基板を用いた例を示したが、これに限られず、一方の基板のみをプラスチック基板としてもよい。また、反射型液晶表示装置においては、観察者側に配置される透明基板として、上記プラスチック基板を好適に用いることができる。このとき、プラスチック基板の互いに交差する 2 つ繊維配列方向の内の一方を、観察者側に配置される偏光板の吸収軸と略平行になるようにまたは略直交するように配置すればよい。また、反射型液晶表示装置の場合には、反射層が設けられる側の基板には透明性が要求されないが、上記プラスチック基板を用いてもよい。一对の基板として実質的に同じ機械特性 (線膨張率など) を有する基板を用いる方が、信頼性などの点で有利である。

30

【 0 0 6 4 】

上記の実施形態では、TN モードの液晶表示装置を例示したが、図 3 に示した透過型液晶表示装置 3 0 の液晶層 3 3 に代えて、垂直配向型の液晶層を用いることによって、VA モードの液晶表示装置を得ることができる。VA モードの液晶表示装置の構成は、液晶層を垂直配向型液晶層とする以外は、図 3 に示した構成と同じであってよい。以下では、図 3 を参照しながら、VA モードの液晶表示装置の構成を説明する。

40

【 0 0 6 5 】

VA モードの液晶表示装置 3 0 において、偏光板 3 4 の吸収軸 3 7 と偏光板 3 5 の吸収軸 3 8 は、互いに直交するように (クロスニコル状態に) 配置されている。また、吸収軸 3 7 および 3 8 は、観察者から見て斜め  $45^\circ$  方向に傾斜する方向に配置されている。基板 3 1 および 3 2 を構成するプラスチック基板の繊維配列方向 3 6 は、吸収軸 3 7 および 3 8 と平行になるようにまたは直交するように配置されている。

【 0 0 6 6 】

液晶層 3 3 は、誘電率異方性が負のネマティック液晶材料を含む。基板 3 1 および 3 2 の液晶層 3 3 側の表面には垂直配向膜が設けられており、電圧無印加時には、液晶分子は基板 3 1 および 3 2 の基板面に略垂直に配向している。液晶層 3 3 に電界を印加すると、

50

液晶分子は電界に直交する方向に倒れる。倒れる角度は電界の強さに応じて決まる。液晶分子が倒れる方向（基板面内の方向）は、偏光板 34 および 35 の吸収軸 37 および 38 に対して 45 度になるように配向制御されており、この VA モードの液晶表示装置 30 はノーマリブラックモード表示を行う。視野角特性を改善するために、それぞれの画素内において、液晶分子が 90° ずつ異なる 4 つの方向に倒れるように配向制御する（配向分割ということもある。）ことが好ましい。このように配向制御された VA モードとして、MVA モードなどが知られている。このように配向分割した場合も、それぞれの分割領域（サブ画素）において液晶分子が倒れる方向が偏光板 34 および 35 の吸収軸 37 および 38 に対して 45 度になるように配向制御する。

【 0 0 6 7 】

10

上述の構成を有する VA モードの液晶表示装置 30 においても、一方向に配列された繊維束だけが存在する領域の微小領域屈折率異方性に起因する光漏れを抑制・防止することができる。すなわち、繊維の配列方向に平行なリタデーションに起因して発生する光漏れに対し、吸収軸 37 および 38 のいずれか一方は、そのリタデーションの発生の原因となる繊維束の配列方向と略平行になるようにまたは略直交するように配置されているので、光漏れの原因となる光は偏光板 34 または 35 によって吸収され、表示に寄与することがないためである。従って、液晶表示装置 30 は、黒表示の表示品位が改善され、コントラスト比（特に正面コントラスト比）が改善される。例えば、上述のプラスチック基板を用いて作製した VA モードの液晶表示装置 30 の正面コントラスト比は、例えば、1000 : 1 以上であり、偏光板の吸収軸を繊維束の配列方向 36 に対して 45° 方向に配置した場合の正面コントラスト比 450 : 1 に比べて大きく改善されている。

20

【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 8 】

本発明によると、繊維充填系プラスチック基板を備える液晶表示装置の表示品位を改善することができる。従って、本発明の液晶表示装置は、携帯電話や PDA などの携帯情報端末機器の表示装置として好適に用いられる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 9 】

【図 1】（a）および（b）は、本発明の実施形態の液晶表示装置に好適に用いられるプラスチック基板の構成を模式的に示す図であり、（a）は平面図であり、（b）は斜視図 30 である。（c）は、プラスチック基板に用いられる平織の織布を模式的に示す図である。

【図 2】（a）および（b）は繊維充填系複合基板の屈折率異方性を説明するための模式図である。

【図 3】本発明による実施形態の液晶表示装置 30 の構成を模式的に示す図である。

【図 4】液晶表示装置 30 における光学軸の配置関係を模式的に示す図である。

【図 5】本発明による実施形態の液晶表示装置に好適に用いられる傾斜型位相差板の屈折率異方性を模式的に示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 7 0 】

10 プラスチック基板（複合基板）

40

11 繊維束

11A 織布（平織）

12 樹脂マトリクス

13 繊維束 11 が一方向に配列されている領域

14 直交する方向に配列された繊維束が存在する領域

15 繊維束 11 が存在しない領域

30 透過型液晶表示装置

31、32 プラスチック基板を含む基板

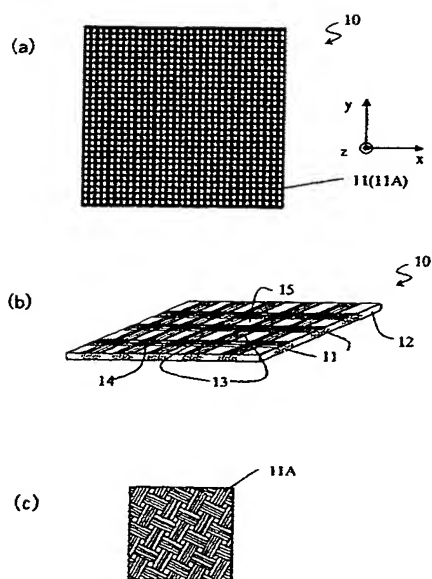
33 液晶層

34、35 偏光板

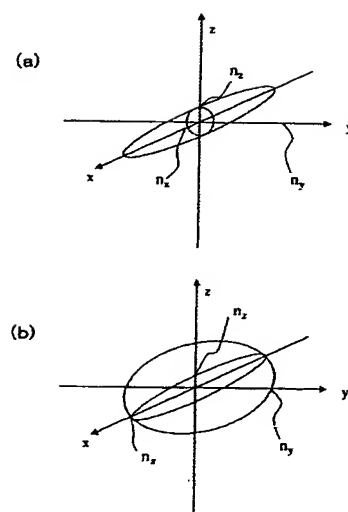
50

- 3 6 繊維束の配列方向（互いに直交）
- 3 7 偏光板 3 4 の吸収軸
- 3 8 偏光板 3 5 の吸収軸
- 3 9 ラビング方向

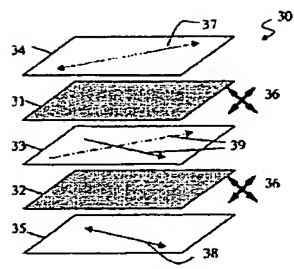
【 図 1 】



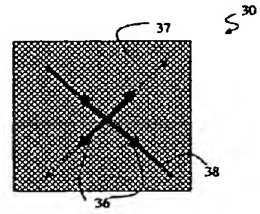
【 図 2 】



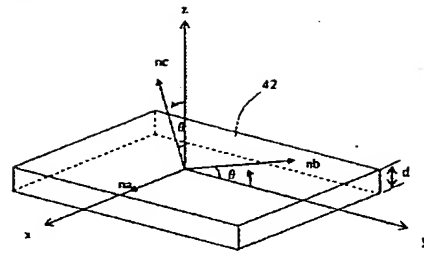
【図 3】



【図 4】



【図 5】



THIS PAGE BLANK (USPTO)